

AB2

101788, 888

**Object and vehicle warning system - uses laser range finder as scanner to identify obstructions or objects ahead of vehicle and issues warning to driver**

**Patent number:** DE4115747

**Publication date:** 1992-11-19

**Inventor:** HIPP JOHANN F DIPL PHYS (DE)

**Applicant:** HIPP JOHANN F (DE)

**Classification:**

- **international:** B60R16/02; B60T7/12; B62D6/00; G01S17/66; G01S17/88;  
G05D1/00

- **european:** B60Q1/52A, G01S7/481B1, G01S17/93

**Application number:** DE19914115747 19910514

**Priority number(s):** DE19914115747 19910514

**Abstract of DE4115747**

A forward looking laser scanning system is used by road vehicles to provide early warning of obstructions that are not readily seen by the driver. The system has a laser (2) directing an output onto the surface of a transparent polygonal prism, e.g. a cube (2) that is rotated about an axis by a motor (3). The angular position is measured by an encoder (3). The scanning beam passes through a lens (7).

Signals reflected back are focussed (8) onto the prism and are received (10) for processing. A further scanner set at 90 degrees allows vehicle inclination angles to be included.

**ADVANTAGE** - Provides obstruction warnings to reduce possibility of collision.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# (12) Offenlegungsschrift

## (10) DE 41 15 747 A 1

(51) Int. Cl. 5:

**G 01 S 17/88**

G 01 S 17/66

B 62 D 6/00

B 60 T 7/12

G 05 D 1/00

B 60 R 16/02

// B60Q 9/00, G08G

1/16

(21) Aktenzeichen: P 41 15 747.8  
 (22) Anmeldetag: 14. 5. 91  
 (23) Offenlegungstag: 19. 11. 92

DE 41 15 747 A 1

(71) Anmelder:  
 Hipp, Johann F., Dipl.-Phys., 2000 Hamburg, DE

(72) Erfinder:  
 gleich Anmelder

(74) Vertreter:  
 Tabel, E., Dipl.-Ing., Rechtsanw., 2000 Hamburg

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung

(57) Zur Situations-, Hindernis-, und Objekterkennung von Fahrzeugen aus wird eine Vorrichtung und ein Verfahren mit einem oder mehreren Entfernungsmessern angegeben, deren Meßstrahlen mittels Scanner einen bestimmten Raumwinkelbereich mit einem bestimmten Muster abtasten. Ziel ist die Erlangung einer genauen 3D-Information über die Umgebung in den Fahrtrichtungsbereich um per Softwareauswertung Objekte, deren Bewegung und daraus abgeleitet den Gefahrenzustand und andere Daten zu ermitteln. Dies wird dadurch erreicht, daß der Scanner innerhalb des divergenten Strahlenganges der Entfernungsmesser integriert wird und ein großes Nutzzeitverhältnis aufweist. Es wird darüber hinaus durch die Ausbildung als transparenter Prismenscanner eine kleine und kompakte Bauform erreicht, bei der nur kleine optische Flächen (Linsenflächen) exponiert werden und bei der keine bewegten Teile nach außen weisen. Mit dem zugehörigen Rechner werden die Meßdaten, bestehend aus ein oder zwei Winkelwerten und der Entfernung erfaßt, transformiert und ausgewertet. Hierdurch ist man in der Lage, genaue Relativgeschwindigkeiten zu Objekten zu vermessen, deren Form zu erkennen und Daten zur Fahrerwarnung oder Fahrzeugsteuerung abzuleiten.

DE 41 15 747 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Situations- und Hinderniserkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art. Fahrzeuge, vorzugsweise PKWs oder LKWs werden z. Zt. grundsätzlich von einem Fahrer bedient. Der Mensch ist in der Lage, den Straßenbereich in den er das Fahrzeug hineinbewegt zu überblicken. Dazu benötigt er Licht und klare Sicht. Seine Fahrweise paßt er automatisch der Situation an. Es gibt Situationen, in denen eine automatische Überwachung des Fahrbereiches wünschenswert und darüber hinaus Situationen in denen sie erforderlich ist.

Vorrichtungen und/oder Verfahren, die die vorstehenden vom Menschen ausgeführten Funktionen in dieser Komplexität erfüllen sind nicht bekannt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen zu schaffen, die in der Lage ist die menschlichen Aufgaben bei der Führung eines Fahrzeuges durch technische Vorrichtungen zu unterstützen und zu ersetzen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung mittels eines Laserentfernungsmeßers mit einem oder mehreren Meßstrahlen und einem Rechner geschaffen wird, wobei innerhalb der divergenten Strahlengänge des Laserentfernungsmeßers mindestens ein optischer Scanner eingefügt ist, mit dem Scanner eine Winkelmeßeinrichtung starr verbunden ist, die gemessenen Winkel und Entfernungswerte einem Rechner zugeführt werden und der Rechner aus diesen Werten Hindernisse errechnet.

Die von der Vorrichtung gemessenen Winkel und Entfernungswerte werden verfahrensgemäß einem Rechner zugeführt, der aus diesen Werten die relativen Koordinaten von Hindernissen berechnet und unter Einbeziehung der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges zu den Hindernissen den Zeitpunkt einer möglichen Kollision errechnet und den errechneten Wert für ein Steuersignal nutzt.

Dazu ist eine Vorrichtung notwendig, die über einen Sensor verfügt, der in seiner Leistungsfähigkeit der Qualität der menschlichen Augen gleichkommt. Wenn ein derartiger Sensor vorhanden ist, kann er auch für andere Aufgaben über die Hindernisvermeidung hinaus verwendet werden. Weiter bedarf es einer großen Rechnerleistung und einer entsprechenden Software, die die Beurteilung der gemessenen Daten übernimmt.

Die Software muß in der Lage sein die Vermessung eines Raumwinkelsegmentes in Fahrtrichtung in 3-Dimensionen bei Tag und bei Nacht im Sichtweitenbereich durchzuführen bei gleichzeitiger Vermessung und Identifizierung von ortsfesten Objekten sowohl auf der Straße als auch am Straßenrand.

Aus diesen gewonnenen Entfernungsdaten muß die Berechnung des Straßenverlaufes, die Identifizierung von bewegten Objekten, entgegenkommenden und mitfahrenden Fahrzeugen der erforderliche Abstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen unter Berücksichtigung der Eigengeschwindigkeit der entgegenkommenden und mitfahrenden Fahrzeuge erfolgen. Woraus sich wiederum die Berechnung von Kollisionsmöglichkeiten und Gefahrenzuständen durchführen läßt.

Ergebnis ist die Umsetzung der Kollisionsmöglichkeiten in akustische und optische Warnsignale.

Die vorstehenden Aufgaben werden durch die erfin-

dungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren erfüllt. Diese sind in idealer Weise für die Aufgabe eines Hinderniswarnsensors im PKW und LKW geeignet. Sie können in ihrer Funktion der Aufgabenstellung sehr gut angepaßt werden.

Um diese Aufgabe zu erfüllen bedarf es verschiedener Eingangsgrößen für die Meßwertverarbeitung. Hierzu zählen:

- 10 1. Meßwerte
  - \*Entfernung
  - \*Vertikalwinkel
  - \*Horizontalwinkel
- 15 2. Lenkwinkel
- 3. Geschwindigkeit
- 4. Schrägstellungswinkel
  - \*Horizontal
  - \*Vertikal

20 Die erforderlichen Meßwerte werden durch unterschiedliche Sensoren ermittelt.

Es wird für die Entfernungsmeßung ein aktiver gepulster Laserstrahl ausgesendet. Aus Kosten- und Baugründen werden Laserdioden verwendet. Das Licht von einer oder mehreren Laserdioden wird über ein Objektiv in Fahrtrichtung des Fahrzeuges ausgesendet. Parallel wird ein zweiter optischer Kanal mit einem eigenen Objektiv neben dem Sendeobjektiv angeordnet, der das reflektierte Licht sammelt und auf eine oder 30 mehr Photodioden abbildet.

Die Laserdioden werden gepulst betrieben. Die dabei erzeugten Lichtpulse treffen auf Objekte in Fahrtrichtung und werden reflektiert. Die reflektierten Signale werden vom Empfänger detektiert. Die Laufzeit zum reflektierenden Objekt und zurück wird gemessen und in eine Entfernung umgerechnet.

45 Dieser Meßstrahl ist entlang der optischen Achsen gerichtet. Vor den Laser- und Photodioden innerhalb des divergenten Strahlenganges wird ein optischer Scanner angeordnet, mit dem die optischen Achsen abgelenkt werden können. Dies sind planparallele Strahlengänge, die ein optischer Scanner angeordnet, mit dem die optischen Achsen abgelenkt werden können. Dies sind planparallele transparente Platten (Gläser), die vom ausgesendeten und reflektierten Laserstrahl durchleuchtet werden. Kippt man die planparallelen Platten im divergenten Strahlengang, so wird eine Bildversetzung hervorgerufen, die hinter den Objektiven einer Strahlablenkung zur Folge hat.

50 Der Ablenkinkel ist eine Funktion des Kippwinkels. Wird die Kippung durch eine kontinuierliche Rotation erzeugt, so wird eine Scanbewegung des Laserstrahles und des Empfängersehfeldes hervorgerufen.

Um eine 3-D-Messung auf ein Objekt mit einem Laserpuls zu erzeugen, muß die Entfernung und die Richtung des Strahles gemessen werden. Das geschieht dadurch, daß die Laufzeit des Pulses und die Kippstellung der Planplatte im Moment der Pulsaussendung festgestellt wird. Erfolgt dieser Vorgang automatisch, so kann innerhalb eines Bereiches, der durch die maximalen Ablenkinkel der Planplatten vorgegeben ist, eine 3-dimensionale Vermessung aller Objekte erfolgen.

60 Dieser erfindungsgemäße Scanner ist deshalb besonders geeignet, weil seine

- 65 \*bewegten Teile sehr klein sind
- \*Scangeschwindigkeit sehr groß sein kann
- \*Baugröße des Sensors durch den Scanner nicht

vergrößert wird

\*Meßwerte des Ablenkwinkels auf eine sehr einfache Weise gewonnen werden können.

Das Verfahren der Ablenkung mittels Kippung planparalleler Gläser im divergenten Strahlengang hat wegen der auftretenden Strahlverzeichnungen bei größeren Einfallwinkel einen eingeschränkten Arbeitsbereich. Genau dieser wird wegen der hohen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge gefordert. Das Scanverfahren ist sehr flexibel, weil durch die Verwendung von mehreren nebeneinanderliegenden Dioden die Geschwindigkeit und der Arbeitsbereich der Aufgabe in weiten Bereichen angepaßt werden.

Der Hauptvorteil gegenüber bekannten Siegelscannern ist neben der Baugröße und der Scangeschwindigkeit der zeitliche Scanner Wirkungsgrad. Bei kleinen Ablenkinkelbereichen ist der Wirkungsgrad von Spiegelscannern extrem schlecht, weil der Ablenkinkel gleich dem halben Drehwinkel des Spiegels ist. Um also eine Ablenkung von ca. 8° zu erzeugen, rotiert der Spiegel nur 40. Dies hat unmittelbare Folgen für die erforderliche Pulsrate zum Entfernungsmesser, weil innerhalb der Zeit in der der Spiegel nur 40 rotiert, alle Pulse eines Scans abgesetzt werden müssen. Das Laserpuls-Entfernungsmeßverfahren benötigt jedoch Pulse in möglichst großen Abständen, um die jeweilige Messung auswerten zu können.

Dies kann dann erfolgen, wenn der Wirkungsgrad des Scanners möglichst hoch liegt. Beim erfindungsgemäßen Scanner beträgt der Wirkungsgrad etwa 60%, d. h. es können in diesen 60% der Zeit Entfernungsmessungen vorgenommen werden. Um z. B. eine Ablenkung von 8° zu erzeugen, kann ein Drehwinkel von ca. 100° erforderlich sein. Alle 180° wiederholt sich der Vorgang. Die Meßdaten werden on-line verarbeitet, um ohne Zeitverlust gefährliche Zustände melden zu können und Tempomatregelung und Kolonnenfahrt vornehmen zu können.

Die lineare Abtastung der Objekte horizontal und vertikal eignet sich zur Bildverarbeitung, weil Konturen erkennbar werden. Deshalb ist ein scannendes System einem System mit festen Meßstrahlen überlegen. Gegenüber einer CCD Kamera ist als besonderer Vorteil die Unabhängigkeit von der Umgebungsbeleuchtung und vom Umlicht zu nennen.

Die Entfernungsprofile (Scans) können auf erkennbare Objekte untersucht und untereinander verglichen werden. Die relative Änderung der Objekte innerhalb des Fahrzeugkoordinatensystems wird berechnet. Aus diesen Werten wird die Gefahr für Kollision berechnet und gemeldet. Dabei wird der Wert der Eigengeschwindigkeit dem Sensor gemeldet. Die Eigengeschwindigkeit und der daraus resultierende Bremsweg wird bei der Gefahrenberechnung berücksichtigt.

Liegen die aktuellen Informationen über Lenkwinkel, Fahrgeschwindigkeit und Kippwinkel vor, so können die Koordinaten der Objektpunkte in ein ortsfestes Koordinatensystem umgerechnet werden. In diesem Koordinatensystem kann durch Vergleich den nachfolgenden Profile die absolute Geschwindigkeit jedes Objektes berechnet werden. Daraus können die verschiedenen Gefahrenwerte für Kollisionen berechnet und gemeldet werden.

Bei Kolonnenfahrt kann das jeweils fahrende Fahrzeug per Software erkannt und wiedererkannt und verfolgt werden. Auch bei Kurvenfahrten kann das Führungsfahrzeug weiterverfolgt werden. Die Meßdaten

ermöglichen die Bestimmung der Hindernisgrößen und damit in Grenzen die Unterscheidung von PKW, LKW etc.

Die Gefahrenmeldung erfolgt, ohne daß der Fahrer ein Signal ansehen muß, weil es vornehmlich im Moment der Gefahr entsteht und alle Aufmerksamkeit erforderlich ist. Aus diesem Grund wird der Gefahrenwert durch eine akustische Meldung dargestellt, deren Höhe und Lautstärke proportional zur Gefahr ist.

10

#### Ausführungsbeispiel

Im folgenden wird ein Gerät, daß nach dem erfindungsgemäßen Gedanken arbeitet anhand verschiedener Zeichnungen beispielhaft erläutert. Es zeigt

Fig. 1 das Blockschaltbild des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendeten Laserentfernungsmeßers,

Fig. 2 das Blockschaltbild der gesamten erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Das Blockschaltbild (Fig. 1) stellt den Laserentfernungsmeßer mit einem Scanner für die vertikale und einem Scanner für die horizontale Richtung dar.

Die Lichtquelle (1) wird im Fernfeld mit einem Projektionsobjektiv (7) abgebildet. In gleicher Weise erfolgt die Abbildung des Empfängers (10) über das Projektionsobjektiv (8).

Im divergenten Strahlengang, nahe der Lichtquelle (1), wird ein für den Wellenbereich der Lichtquelle transparentes Polygonalprisma, vorzugsweise ein Würfel (2) senkrecht auf der Strahlungsrichtung (9) gedreht. Dadurch entsteht eine Strahlversetzung, die eine Änderung des Abstrahlwinkels hinter dem Projektionsobjektiv (7) der Lichtquelle (1) und des Empfängers (10) verursacht. Wird der Würfel um sich selbst gedreht, so wird das Sender-Empfängerfeld viermal abgelenkt.

Zur Messung des Ablenkwinkels des Lichtbündels wird die Messung des Drehwinkels des Würfels benutzt. Hierzu wird ein Winkelgeber (3) herangezogen. Der Antrieb des Würfels erfolgt vorzugsweise mittels einer Motorsteuerung (13) auf einen Elektromotor (4) über Zahnräder (5, 6).

Durch eine weitere, um 90° gedrehte Scaneinrichtung, die in den Bezeichnungen jeweils durch — a — kenntlich gemacht (1a, 2a, 3a, 4a, 5a) ist, ist man in der Lage die zweite Winkel-Dimension zu vermessen indem die Meßstrahlen in der um 90° gedrehten Richtung verschwenkt werden. Aus baulichen Gründen, um insbesondere das Gerät klein zu halten, ist dabei die Scaneinrichtung jeweils im Sender und Empfängerkanal einzeln eingefügt. Über zwei Zahnräder (21, 22) und einen Zahnriemen (23) erfolgt der Antrieb. Mittels der Entfernungsmeßelektronik (11) und der Winkelmeßelektronik (12) können genau zu dem Zeitpunkt, zu dem Reflektionssignale empfangen werden, Winkelauflösungen erfolgen. Wird die Laufzeit des Lichtes zur reflektierenden Oberfläche und zurück mit der Entfernungsmeßelektronik gemessen, so ist die Position der Oberfläche, auf die die Messung erfolgte, in allen Polarkoordinaten bekannt.

Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild der gesamten erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die vom Sensor (14) gewonnenen Entfernungs- und Winkelwerte werden dem Rechner (15) zugeführt. Der Rechner erhält zusätzlich über einen Winkelgeber den Lenkwinkel (16) sowie über Neigungssensoren (17) die Neigungswinkel des Fahrzeuges und die gemessene Geschwindigkeit des Fahrzeuges (18). Über eine Eingabe-Tastatur (19) kön-

nen verschiedene Betriebsarten angewählt werden. Die Warnung erfolgt über einen Akustikmelder (20).

## Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur Situations- und Hinderniserkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art mittels eines Laserentfernungsmessers mit einem oder mehreren Meßstrahlen und einem Rechner, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der divergenten Strahlengänge des Laserentfernungsmessers mindestens ein optischer Scanner eingefügt ist, mit dem Scanner eine Winkelmeßeinrichtung starr verbunden ist, die gemessenen Winkel und Entfernungswerte einem Rechner zugeführt werden und der Rechner aus diesen Werten Hindernisse errechnet. 10
2. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserentfernungsmesser aus der Laufzeit des ausgesendeten Puls die Entfernung bestimmt. 20
3. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mittels zweier Scanneinrichtungen sowohl in vertikaler als auch horizontaler Richtung die Entfernungsmeßstrahlen abgelenkt werden. 25
4. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mit mehreren Sender- und Empfängerdiode ausgerüstet ist. 30
5. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der senderstrahllinienförmig ausgebildet ist. 35
6. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, der Scanner als kippbare planparallele Glasplatte ausgebildet ist und den Sende- und Empfangsstrahl um jeweils gleiche Winkel ablenkt. 40
7. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, das der Scanner als kippbares rechteckiges, transparentes, planparalleles Prisma ausgebildet ist und den Sende- und Empfangsstrahl um jeweils gleiche Winkel ablenkt. 50
8. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner durch Mikro-Prozessoren ausgebildet ist. 55
9. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner als Transputerrechner ausgebildet ist. 60
10. Verfahren zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art mittels eines Laserentfernungsmessers mit einem oder mehreren Meßstrahlen und einem Rechner, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Vorrichtung gemessenen Winkel und Entfernungs- 65

werte einem Rechner zugeführt werden, der Rechner aus diesen Werten die relativen Koordinaten von Hindernisse berechnet und unter Einbeziehung der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges zu den Hindernissen der Zeitpunkt einer möglichen Kollision errechnet und der errechnete Wert für ein Steuersignal genutzt wird.

11. Verfahren zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rechner der Lenkwinkel des Fahrzeuges zugeführt wird.

12. Verfahren zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rechner die Gewindigkeit des Fahrzeuges zugeführt wird.

13. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rechner die horizontale und vertikale Lage des Fahrzeuges zugeführt ist.

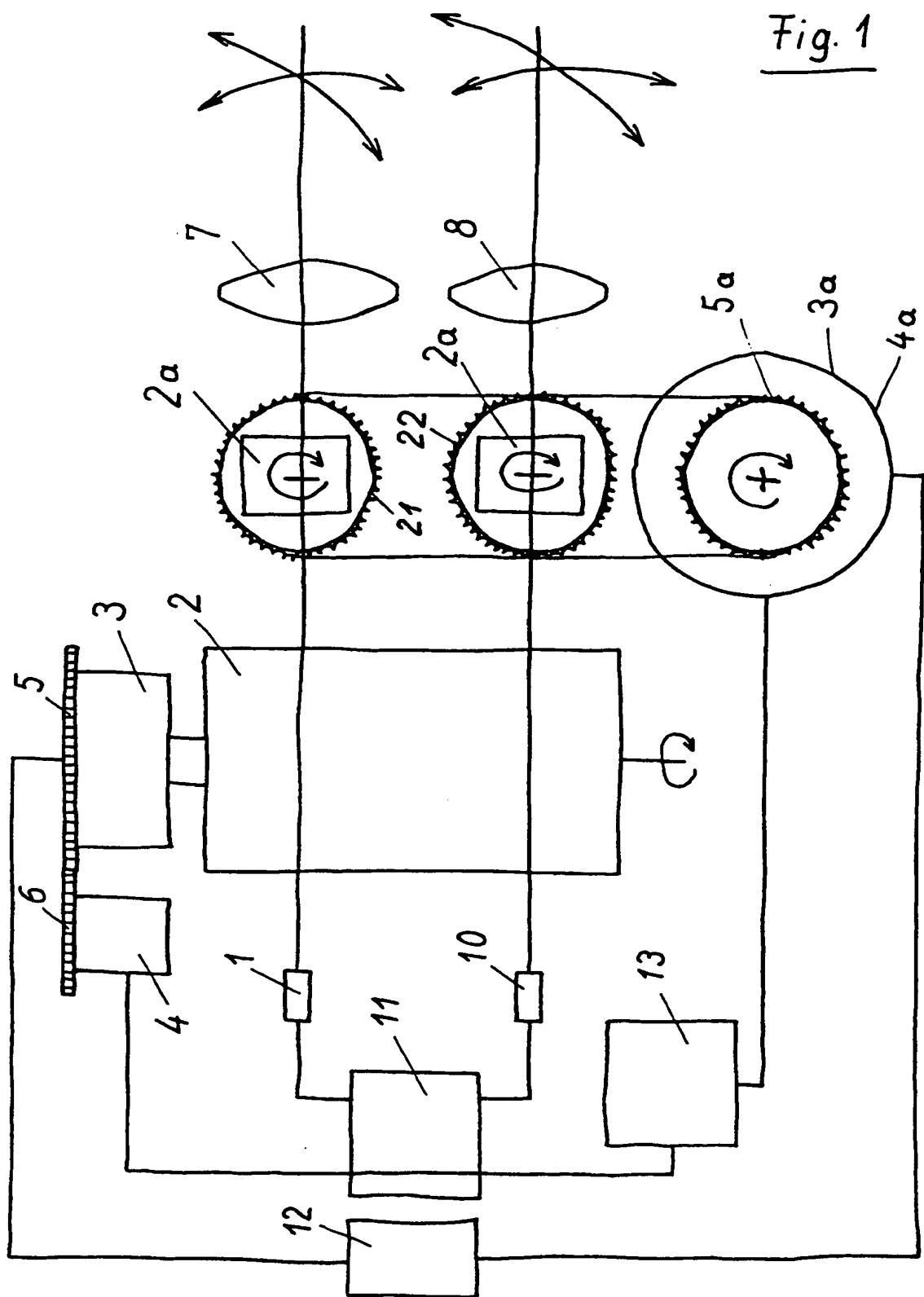
14. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte in ein Ortsfestes Koordinatensystem umgerechnet werden.

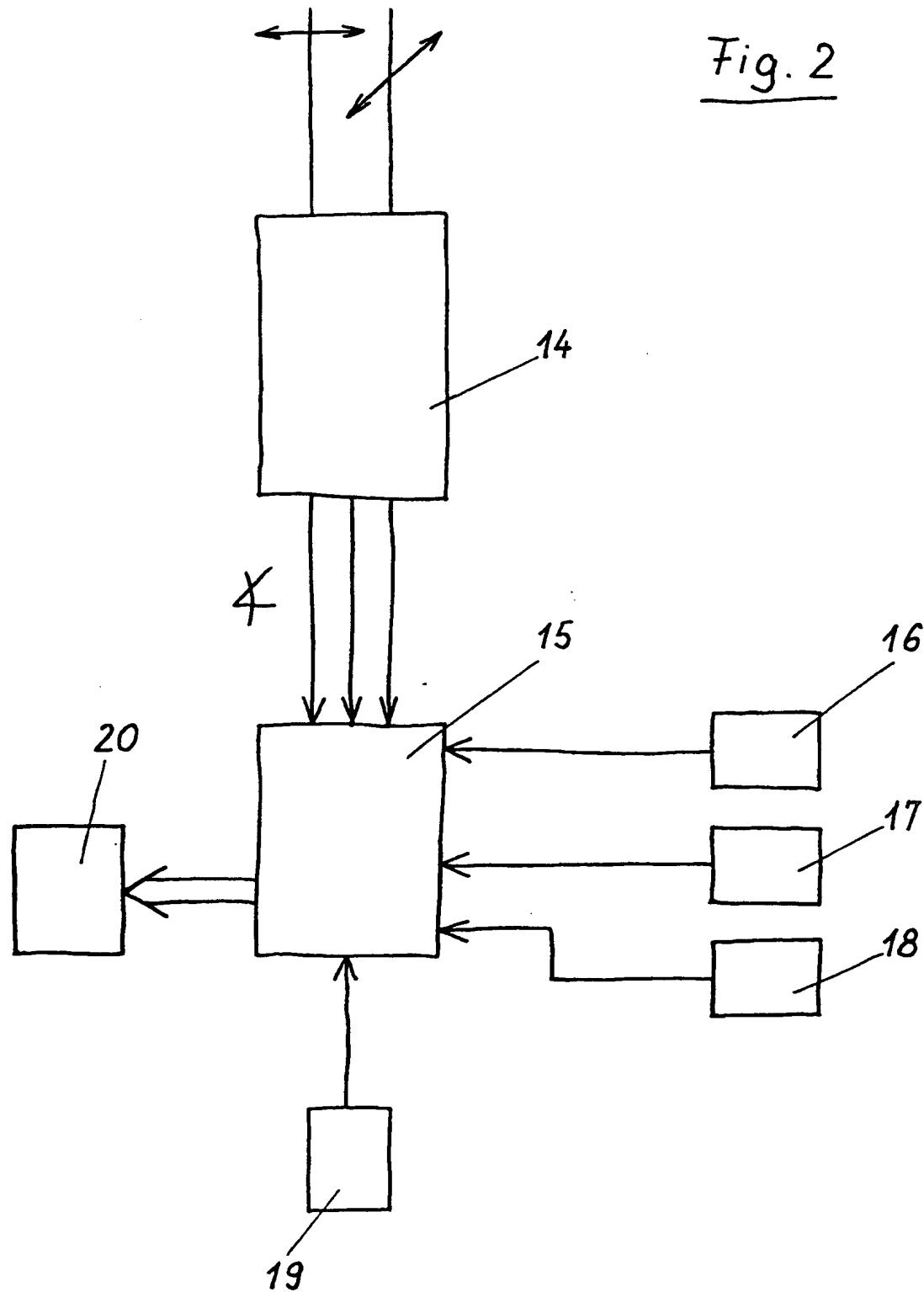
15. Vorrichtung zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art nach Anspruch 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte zur Bestimmung und Verfolgung eines Führungsfahrzeuges verwendet werden.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---





(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Patentschrift  
(10) DE 41 15 747 C2

(51) Int. Cl. 6:  
**G 01 S 17/88**  
G 01 S 17/66  
B 62 D 6/00  
B 60 T 7/12  
G 05 D 1/00  
B 80 R 16/02  
G 01 S 17/93

(21) Aktenzeichen: P 41 15 747.8-35  
(22) Anmeldetag: 14. 5. 91  
(23) Offenlegungstag: 19. 11. 92  
(25) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 26. 2. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
Hipp, Johann F., Dipl.-Phys., 22391 Hamburg, DE

(74) Vertreter:  
Schaefer, K., Dipl.-Phys.; Emmel, T., Dipl.-Biol.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 22043 Hamburg

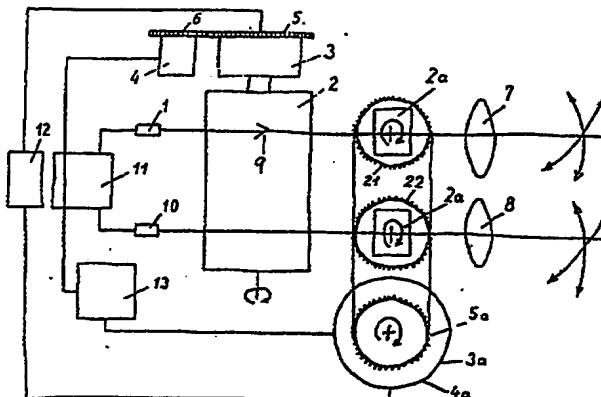
(72) Erfinder:  
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 15 572 A1  
DE 30 01 621 A1  
EP 04 94 027 A1

(54) Vorrichtung und Verfahren zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung

(57) Vorrichtung zur Situations- und Hinderniserkennung für Fahrzeuge aller Art, mit einem Laserentfernungsmesser, der mit mindestens einem Meßstrahl arbeitet, einem optischen Scanner, der den Meßstrahl und den daraus resultierenden Empfangsstrahl um jeweils gleiche Winkel ablenkt, einer mit dem optischen Sensor verbundenen Winkelmeßvorrichtung (3, 3a), und mit einem Rechner (15), der aus den gemessenen Entfernungswerten und den dazugehörigen Ablenkwinkeln Hindernisse errechnet, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Sensor als lichtdurchlässige kippbare, rotierende planparallele Platte (2; 2a, 2a), insbesondere als Prisma, ausgebildet und im divergenten Strahlengang des Laserentfernungsmessers angeordnet ist.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Situations- und Hinderniserkennung bei der Führung von Fahrzeugen aller Art.

Fahrzeuge, vorzugsweise PKW oder LKW, werden z. Zt. grundsätzlich von einem Fahrer bedient. Der Fahrer ist in der Lage, den Straßenbereich, in den er das Fahrzeug hineinbewegt, zu überblicken. Dazu benötigt er Licht und klare Sicht. Seine Fahrweise paßt er automatisch der Situation an. Es gibt allerdings Situationen, in denen eine automatische Überwachung des Fahrbereiches wünschenswert und darüber hinaus Situationen, in denen sie erforderlich ist.

In diesem Zusammenhang betrifft z. B. die DE 34 15 572 A1 eine optische Radareinrichtung für ein Fahrzeug. Bei der bekannten optischen Radareinrichtung tastet ein Entfernungsmesser mit einem Lichtstrahl die Straßenfläche wiederholt ab. Weiterhin ist eine Winkelmeßeinrichtung vorgesehen.

Die Entfernung zu einem Hindernis wird über die Laufzeitdifferenz zwischen einem gesendeten und einem empfangenen Impuls gemessen.

Eine weitere Vorrichtung zur Hinderniserkennung betrifft die EP 0 494 027 A1. Auch hier erfolgt die Hindernisbestimmung mittels eines Laserradars, der einen bestimmten Winkelbereich abtastet.

Bei beiden gattungsgemäßen Vorrichtungen ist allerdings die Vorrichtung, mit der die Winkelablenkung erfolgt, im konvagenten Strahlengang angeordnet. Beide Vorrichtungen sind daher relativ groß im Aufbau und lassen sich ohne aufwendige konstruktive Änderungen nicht im Motorraum installieren.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ausgehend vom genannten Stand der Technik, eine Vorrichtung bereitzustellen, die auf kleinstem Raum innerhalb eines Fahrzeugs installiert werden kann und die mit hoher Genauigkeit und großer Geschwindigkeit arbeiten kann.

Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Vorrichtung, die die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 aufweist.

Danach ist vorgesehen, daß

1. der optische Scanner in dem divergenten Strahlengang des Laserentfernungsmeßers angeordnet ist und daß
2. als optischer Scanner eine lichtdurchlässige, kippbare planparallele Glasplatte eingesetzt wird.

Konkret bedeutet das erste Merkmal, daß der optische Scanner zwischen der Laserquelle und einer optischen Linse angeordnet wird, die die zunächst divergente Laserstrahlung in parallele Strahlen umwandelt. Durch Anordnung des Scanners im divergenten Strahlengang kann die erfundungsgemäße Vorrichtung so klein gebaut werden, daß sie sich problemlos im Inneren des Motorraumes anordnen läßt.

Als Scanner muß dabei eine Einrichtung eingesetzt werden, die mit höchster Präzision arbeitet. Erfundungsgemäß wird in diesem Zusammenhang eine lichtdurchlässige planparallele Glasplatte, insbesondere ein (Würfel) Prisma eingesetzt. Gegenüber den auch z. B. im Stand der Technik verwendeten Spiegeln haben solche Prismen eine ganze Reihe von Vorteilen. Beim Durchtritt durch ein Prisma werden die Strahlen parallel versetzt. Eine Änderung der Prismastellung führt damit lediglich zu einer verhältnismäßig geringen Änderung des Ablenkwinkels. Ein Spiegel arbeitet dagegen mit einem

doppelten Strahlablenkungswinkel, so daß hier Positionsänderungen relativ große Ablenkungen bewirken. Bezogen auf die Erfindung bedeutet dies, daß man während des Scanvorganges das eingesetzte Prisma relativ schnell drehen kann, während die Spiegelbewegung in Vorrichtungen nach dem Stand der Technik zur Gewährleistung einer ausreichenden Genauigkeit deutlich langsamer erfolgen muß. Dies führt dazu, daß der Spiegel nicht kontinuierlich gedreht werden kann, sondern vielmehr zwischen den Scanvorgängen beschleunigt wieder in eine Scanposition gedreht werden muß. Der Spiegel wird also diskontinuierlich angetrieben, was zu beschleunigungsbedingten Abweichungen führen kann. Das erfundungsgemäß eingesetzte Prisma kann dagegen mit kontinuierlicher Geschwindigkeit gedreht werden, wobei bei Eintritt jeder Prismenfläche in den Strahlengang ein neuer Scanvorgang beginnt.

Nur eine derart kontinuierliche Bewegung eines optischen Scanners (wie erfundungsgemäß möglich) erlaubt einen hochauflösenden Scan. Die während des Scans gemessenen Winkel und Entfernungswerte werden einem Rechner zugeführt, der aus diesen Werten die relativen Koordinaten von Hindernissen berechnet und z. B. unter Einbeziehung der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu Hindernissen den Zeitpunkt einer möglichen Kollision errechnet und den errechneten Wert für ein Steuersignal nutzt.

Die Software muß in der Lage sein, die Vermessung eines Raumwinkelsegments in Fahrtrichtung in 3-D-Dimensionen bei gleichzeitiger Vermessung und Identifizierung von ortsfesten Objekten sowohl auf der Straße als auch am Straßenrand im Sichtweitenbereich durchzuführen.

Aus den gewonnenen Entfernungswerten kann die Berechnung des Straßenverlaufes, die Identifizierung von bewegten Objekten, entgegenkommenden und mitfahrenden Fahrzeugen sowie der erforderliche Abstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen unter Berücksichtigung der Eigengeschwindigkeit der jeweils beteiligten Fahrzeuge erfolgen. Aus diesen Daten läßt sich wiederum die Berechnung von Kollisionsmöglichkeiten und Gefahrenzuständen durchführen und gegebenenfalls in akustische und optische Warnsignale umsetzen.

In Verbindung mit der Auswertung werden verschiedene Eingangsgrößen verarbeitet. Hierzu zählen:

1. Meßwerte:  
Entfernungsangaben  
Vertikalwinkel  
Horizontalwinkel
2. Lenkwinkel
3. Geschwindigkeit
4. Schrägstellungswinkel:  
horizontal  
vertikal

Die erforderlichen Meßwerte werden durch unterschiedliche Sensoren ermittelt. Für die Entfernungsmessung und die Winkelbestimmung wird ein aktiver gepulster Laserstrahl ausgesendet. Aus Kosten- und Baugründen werden Laserdioden verwendet. Das Licht von einer oder mehreren Laserdioden wird über ein Objektiv in Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgesendet. Parallel wird ein zweiter optischer Kanal mit einem eigenen Objektiv neben dem Sendeobjektiv angeordnet, der das reflektierte Licht sammelt und auf eine oder mehrere Fotodioden abbildet.

Die Laserdioden werden gepulst betrieben. Die dabei

erzeugten Lichtpulse treffen auf Objekte in Fahrtrichtung und werden reflektiert. Die reflektierten Signale werden vom Empfänger detektiert. Die Laufzeit zum reflektierenden Objekt und zurück wird gemessen und in eine Entfernung umgerechnet.

Dieser Meßstrahl ist entlang der optischen Achsen gerichtet. Vor den Laser- und Photodioden innerhalb des divergenten Strahlenganges wird ein optischer Scanner angeordnet, mit dem die optischen Achsen abgelenkt werden können. Dies sind planparallele transparente Platten (Gläser), die vom ausgesendeten und reflektierten Laserstrahl durchleuchtet werden. Kippt man die planparallelen Platten im divergenten Strahlengang, so wird eine Bildversetzung hervorgerufen, die hinter den Objektiven eine Strahlablenkung zur Folge hat.

Der Ablenkinkel ist eine Funktion des Kippwinkels. Wird die Kippung durch eine kontinuierliche Rotation erzeugt, so wird eine Scanbewegung des Laserstrahles und des Empfängersehfeldes hervorgerufen.

Um eine 3 D Messung auf ein Objekt mit einem Laserpuls zu erzeugen, muß die Entfernung und die Richtung des Strahles gemessen werden. Das geschieht dadurch, daß die Laufzeit des Pulses und die Kippstellung der Planplatte im Moment der Pulsaussendung festgestellt wird. Erfolgt dieser Vorgang automatisch, so kann innerhalb eines Bereiches, der durch die maximalen Ablenkinkel der Planplatten vorgegeben ist, eine 3 dimensionale Vermessung aller Objekte erfolgen.

Dieser erfundungsgemäße Scanner ist deshalb besonders geeignet, weil seine

- bewegten Teile sehr klein sind
- Scangeschwindigkeit sehr groß sein kann
- Baugröße des Sensors durch den Scanner nicht vergrößert wird
- Meßwerte des Ablenkinkel auf eine sehr einfache Weise gewonnen werden können.

Das Verfahren der Ablenkung mittels Kippung planparalleler Gläser im divergenten Strahlengang hat wegen der auftretenden Strahlverzeichnungen bei größeren Einfallwinkel einen eingeschränkten Arbeitsbereich. Genau dieser wird wegen der hohen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge gefordert. Das Scanverfahren ist sehr flexibel, weil durch die Verwendung von mehreren nebeneinander liegenden Dioden die Geschwindigkeit und der Arbeitsbereich der Aufgabe in weiten Bereichen angepaßt werden.

Der Hauptvorteil gegenüber bekannten Siegelscannern ist neben der Baugröße und der Scangeschwindigkeit der zeitliche Scanner Wirkungsgrad. Bei kleinen Ablenkinkelbereichen ist der Wirkungsgrad von Spiegelscannern extrem schlecht, weil der Ablenkinkel gleich dem halben Drehwinkel des Spiegels ist. Um also eine Ablenkung von ca.  $8^\circ$  zu erzeugen, rotiert der Spiegel nur  $4^\circ$ . Dies hat unmittelbare Folgen für die erforderliche Pulsrate zum Entfernungsmeßer, weil innerhalb der Zeit in der der Spiegel nur  $4^\circ$  rotiert alle Pulse eines Scans abgesetzt werden müssen. Das Laserpuls Entfernungsmeßverfahren benötigt jedoch Pulse in möglichst großen Abständen, um die jeweilige Messung auswerten zu können.

Dies kann dann erfolgen, wenn der Wirkungsgrad des Scanners möglichst hoch liegt. Beim erfundungsgemäßen Scanner beträgt der Wirkungsgrad etwa 60%, d. h. es können in diesen 60% der Zeit Entfernungsmeßungen vorgenommen werden. Um z. B. eine Ablenkung

von  $8^\circ$  zu erzeugen, kann ein Drehwinkel von ca.  $100^\circ$  erforderlich sein. Alle  $180^\circ$  wiederholt sich der Vorgang. Die Meßdaten werden on-line verarbeitet, um ohne Zeitverlust gefährliche Zustände melden zu können und Tempomatregelung und Kolonnenfahrt vornehmen zu können.

Die lineare Abtastung der Objekte horizontal und vertikal eignet sich zur Bildverarbeitung, weil Konturen erkennbar werden. Deshalb ist ein scannendes System einem System mit festen Meßstrahlen überlegen. Gegenüber einer CCD Kamera ist als besonderer Vorteil die Unabhängigkeit von der Umgebungsbeleuchtung und vom Umlicht zu nennen.

Die Entfernungsprofile (Scans) können auf erkennbare Objekte untersucht und untereinander verglichen werden. Die relative Änderung der Objekte innerhalb des Fahrzeugkoordinatensystems wird berechnet. Aus diesen Werten wird die Gefahr für Kollision berechnet und gemeldet. Dabei wird der Wert der Eigengeschwindigkeit dem Sensor gemeldet. Die Eigengeschwindigkeit und der daraus resultierende Bremsweg wird bei der Gefahrenberechnung berücksichtigt.

Liegen die aktuellen Informationen über Lenkwinkel, Fahrgeschwindigkeit und Kippwinkel vor, so können die Koordinaten der Objekt punkte in ein ortsfestes Koordinatensystem umgerechnet werden. In diesem Koordinatensystem kann durch Vergleich der nachfolgenden Profile die absolute Geschwindigkeit jedes Objektes berechnet werden. Daraus können die verschiedenen Gefahrenwerte für Kollisionen berechnet und gemeldet werden.

Bei Kolonnenfahrt kann das jeweils fahrende Fahrzeug per Software erkannt und wiedererkannt und verfolgt werden. Auch bei Kurvenfahrten kann das Führungsfahrzeug weiterverfolgt werden. Die Meßdaten ermöglichen die Bestimmung der Hindernisgrößen und damit in Grenzen die Unterscheidung von PKW, LKW etc.

Die Gefahrenmeldung erfolgt, ohne daß der Fahrer ein Signal ansehen muß, weil es vornehmlich im Moment der Gefahr entsteht und alle Aufmerksamkeit erforderlich ist. Aus diesem Grund wird der Gefahrenwert durch eine akustische Meldung dargestellt, deren Höhe und Lautstärke proportional zur Gefahr ist.

#### Ausführungsbeispiel

Im folgenden wird ein Gerät, daß nach dem erfundungsgemäßen Gedanken arbeitet anhand verschiedener Zeichnungen beispielhaft erläutert. Es zeigen

Fig. 1 das Blockschaltbild des in der erfundungsgemäßen Vorrichtung verwendeten Laserentfernungsmeßers

Fig. 2 das Blockschaltbild der gesamten erfundungsgemäßen Vorrichtung.

Das Blockschaltbild (Fig. 1) stellt den Laserentfernungsmeßer mit einem Scanner für die vertikale und einem Scanner für die horizontale Richtung dar.

Die Lichtquelle (1) wird im Fernfeld mit einem Projektionsobjektiv (7) abgebildet. In gleicherweise erfolgt die Abbildung des Empfängers (10) über das Projektionsobjektiv (8).

Im divergenten Strahlengang, nahe der Lichtquelle (1), wird ein für den Wellenbereich der Lichtquelle transparentes Polygonalprisma, vorzugsweise ein Würfel (2) senkrecht auf der Strahlungsrichtung (9) gedreht. Dadurch entsteht eine Strahlversetzung, die eine Änderung des Abstrahlwinkels hinter dem Projektionsobjektiv (8) bewirkt.

tiv (7) der Lichtquelle (1) und des Empfängers (10) verursacht. Wird der Würfel um sich selbst gedreht, so wird das Sender-Empfängerfeld viermal abgelenkt.

Zur Messung des Ablenkwinkels des Lichtbündels wird die Messung des Drehwinkels des Würfel benutzt. Hierzu wird ein Winkelgeber (3) herangezogen. Der Antrieb des Würfels erfolgt vorzugsweise mittels einer Motorsteuerung (13) auf einen Elektromotor (4) über Zahnräder (5, 6).

Durch eine weitere, um  $90^\circ$  gedrehte Scaneinrichtung, die in den Bezeichnungen jeweils durch -a kenntlich gemacht (1a, 2a, 3a, 4a, 5a) ist, ist man in der Lage die zweite Winkel-Dimension zu vermessen indem die Meßstrahlen in der um  $90^\circ$  gedrehten Richtung verschwenkt werden. Auf baulichen Gründen, um insbesondere das Gerät klein zu halten, ist dabei die Scaneinrichtung jeweils im Sender und Empfängerkanal einzeln eingefügt. Über zwei Zahnräder (21, 22) und einen Zahnriemen (23) erfolgt der Antrieb. Mittels der Entfernungsmeßelektronik (11) und der Winkelmeßelektronik (12) können genau zu dem Zeitpunkt, zu dem Reflexionssignale empfangen werden, Winkelauflösungen erfolgen. Wird die Laufzeit des Lichtes zur reflektierenden Oberfläche und zurück mit der Entfernungsmeßelektronik gemessen, so ist die Position der Oberfläche, auf die die Messung erfolgte, in allen Polarkoordinaten bekannt.

Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild der gesamten erfundungsgemäßen Vorrichtung. Die vom Sensor (14) gewonnenen Entfernung- und Winkelwerte werden dem Rechner (15) zugeführt. Der Rechner erhält zusätzlich über einen Winkelgeber den Lenkwinkel (16) sowie über Neigungssensoren (17) die Neigungswinkel des Fahrzeuges und die gemessene Geschwindigkeit des Fahrzeuges (18). Über eine Eingabe-Tastatur (19) können verschiedene Betriebsarten angewählt werden. Die Warnung erfolgt über einen Akustikmelder (20).

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Situations- und Hinderniserkennung für Fahrzeuge aller Art, mit einem Laserentfernungsmeßmesser, der mit mindestens einem Meßstrahl arbeitet, einem optischen Scanner, der den Meßstrahl und den daraus resultierenden Empfangsstrahl um jeweils gleiche Winkel ablenkt, einer mit dem optischen Sensor verbundenen Winkelmeßvorrichtung (3, 3a), und mit einem Rechner (15), der aus den gemessenen Entfernungswerten und den dazugehörigen Ablenkwinkeln Hindernisse errechnet, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Sensor als lichtdurchlässige kippbare, rotierende planparallele Platte (2; 2a, 2a), insbesondere als Prisma, ausgebildet und im divergenten Strahlengang des Laserentfernungsmeßers angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserentfernungsmeßmesser aus der Laufzeit des ausgesendeten Puls die Entfernung bestimmt.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mittels zweier Scaneinrichtungen (2, 3, 4, 5; 2a, 2a, 3a, 4a, 5a) sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung die Entfernungsmeßstrahlen abgelenkt werden.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sender (1) und Empfängerdiode (10) vorgesehen sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Senderstrahl linienvormig ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (15) Mikro-Prozessoren aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (15) als Transputerrechner ausgebildet ist.

8. Verfahren zur Situations-, Hindernis- und Objekterkennung bei der Führung von Fahrzeugen mittels einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Vorrichtung (14) gemessenen Winkel- und Entfernungswerte einem Rechner (15) zugeführt werden, der Rechner (15) aus diesen Werten die relativen Koordinaten von Hindernissen berechnet und unter Einbeziehung der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges zu den Hindernissen der Zeitpunkt einer möglichen Kollision errechnet und der errechnete Wert zur Erzeugung eines Steuersignals genutzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rechner (15) der Lenkwinkel des Fahrzeuges zugeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rechner (15) die Geschwindigkeit des Fahrzeuges zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rechner (15) die horizontale und vertikale Position des Fahrzeuges zugeführt wird.

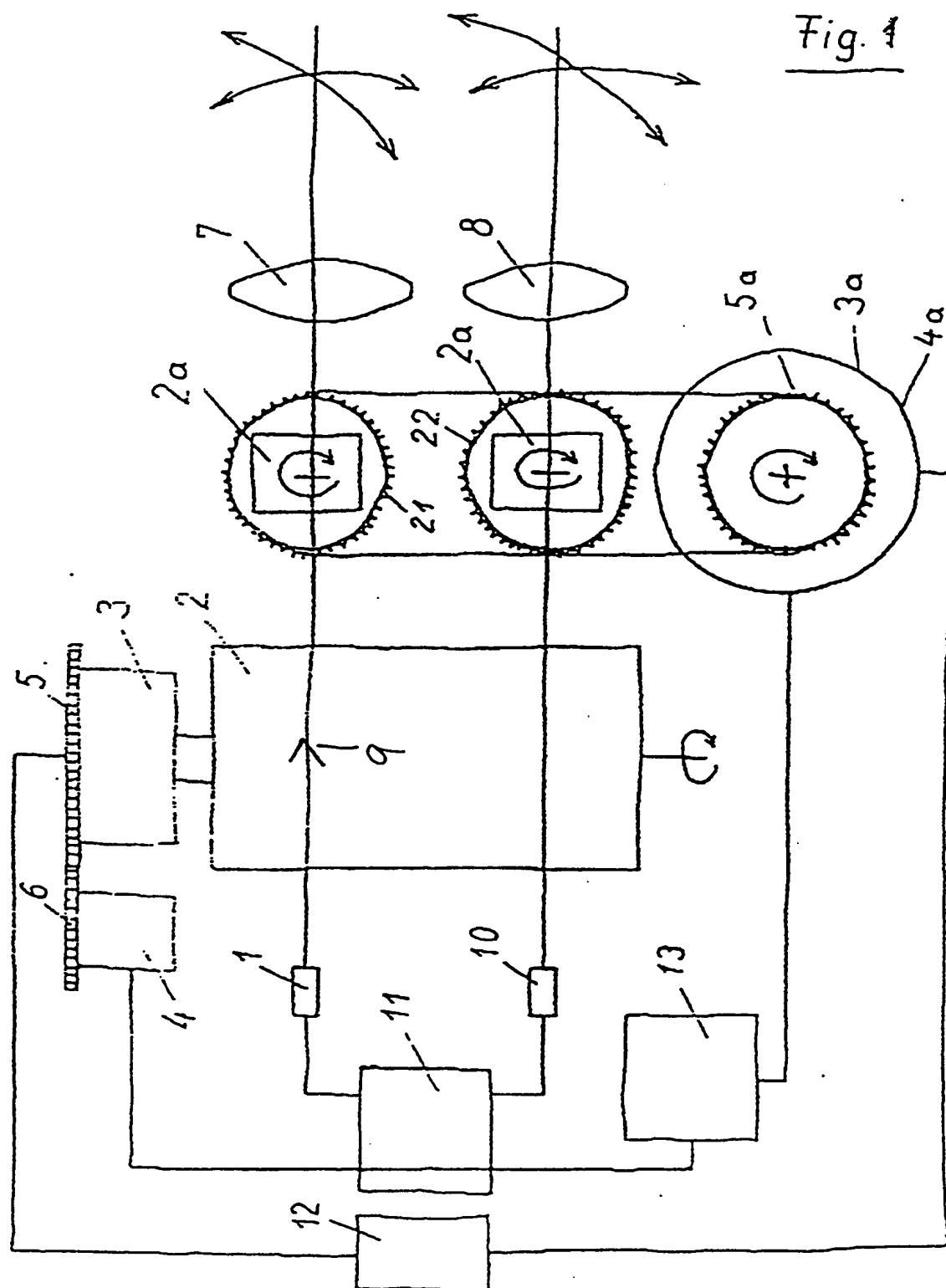
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte in ein ortsfestes Koordinatensystem umgerechnet werden.

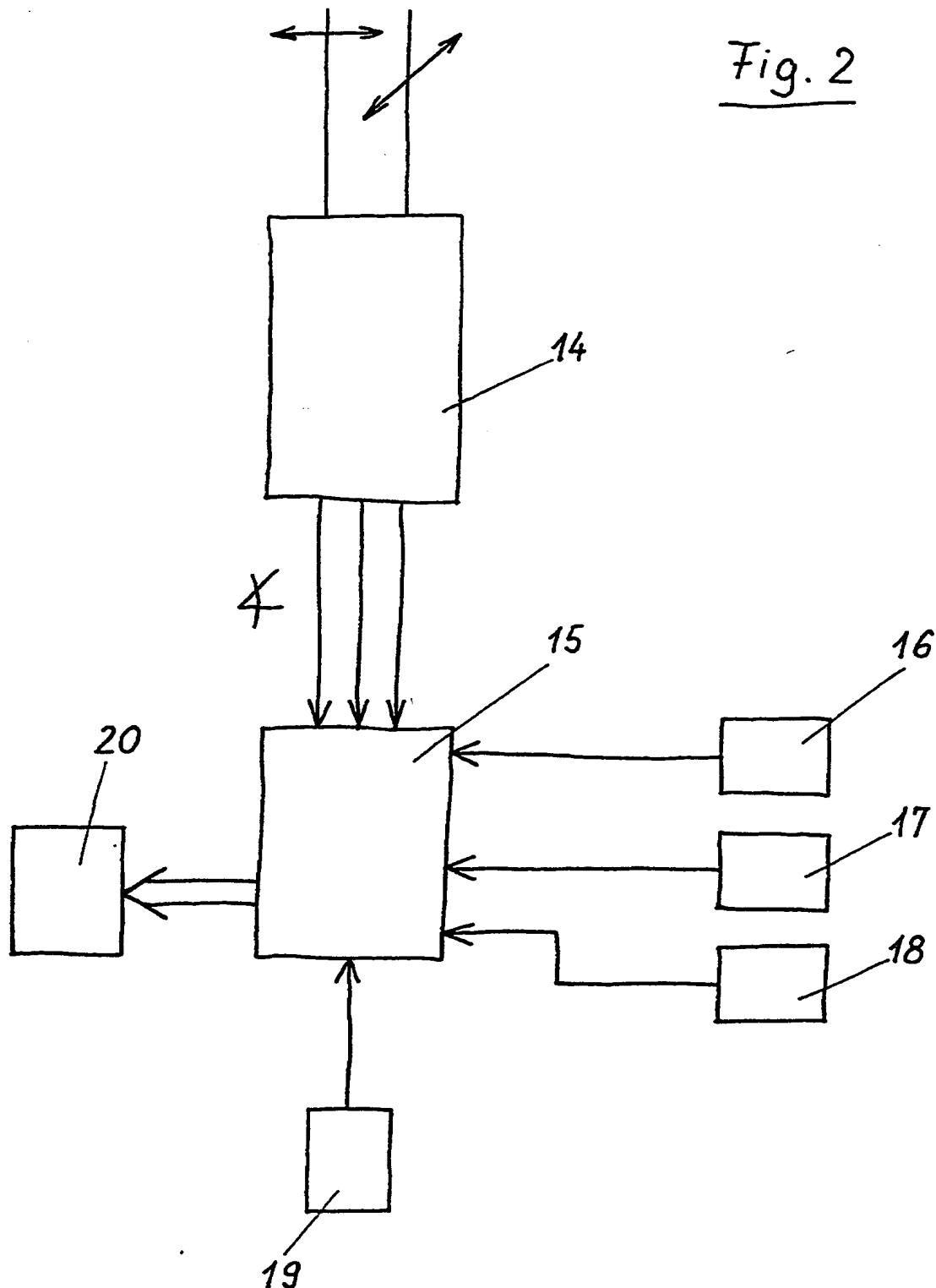
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte zur Bestimmung und Verfolgung eines Führungsfahrzeugs verwendet werden.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**